

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS COM IMPRESSÃO 3D PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL¹

DEVELOPMENT OF DIDACTIC RESOURCES USING 3D PRINTING FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS

- **Beatriz Ribeiro de Camargo** (UFSCar – beatriz.camargopf@gmail.com)
 - **Miguel Ángel Aires Borrás** (UFSCar – maborras@ufscar.br)
 - **Cleyton Fernandes Ferrarini** (UFSCar – cleyton@ufscar.br)
 - **Katia Regina Moreno Caiado** (UFSCar – caiado.katia@ufscar.br)
 - **Andrea Regina Martins Fontes** (UFSCar – andrea@dep.ufscar.br)

Resumo:

Este trabalho descreve o Projeto VerTátil que tem por objetivo produzir recursos didáticos para o ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual da Rede Pública Estadual de Ensino da cidade de Sorocaba por meio da elaboração, desenvolvimento e construção de recursos tridimensionais táteis para o ensino de conteúdos escolares nas áreas de Artes, Matemática e Ciências Naturais (Biologia, Física e Química). Este projeto possui parceria com a Diretoria de Ensino de Sorocaba, além de possuir o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE). Até o presente momento, obteve-se como principais resultados a definição de quais conteúdos escolares devem ser abordados por meio dos materiais tridimensionais, materiais de apoio ao docente, guias de uso e orientação pedagógica, desenvolvimento de atividade com docentes e estudantes da rede pública estadual com o intuito de se discutir a pertinência e relevância do tema e apresentar a impressão 3D como ferramenta para elaborar materiais didáticos.

Palavras-chave: Recurso didático. Tecnologia assistiva. Impressão 3D. Deficiência visual. Educação básica.

Abstract:

This work describes the VerTátil Project which aims to produce didactic materials for the teaching and learning of students with visual impairment of the Public State Education Network in the city of Sorocaba through the elaboration, development and construction of tactile three-dimensional resources for the teaching of contents in the areas of Arts, Mathematics and Natural Sciences (Biology, Physics and Chemistry). This project has a partnership with the Education Board of Sorocaba. In addition this project has the Certificate of Presentation for Ethical Assessment (CAAE). Up to the present moment, we have obtained as main result the definition of which school contents must be approached through the three-dimensional materials, teaching materials, guides for use and pedagogical guidance, development of an activity with teachers and students from the state public network in order to discuss the pertinence and relevance of the theme and to present the 3D printing as a tool to elaborate didactic resources.

¹ Trabalho desenvolvido com apoio financeiro do CNPq.

Keywords: Didactic resource. Assistive technology. 3D printing. Visual impairment. Middle school.

1. Conceitos fundamentais

Os alunos com deficiência visual ao serem inserido na escola regular, além de enfrentar o desafio de superar limitações biológicas impostas pela ausência da visão, enfrenta, também, limitações impostas pelo sistema educacional do tipo: despreparo de professores, falta de material impresso em Braille e de recursos didáticos que favoreçam o seu processo de ensino e aprendizagem (PAIM, 2002).

Sabendo que a percepção visual dos objetos, pessoas, formas, cores e do movimento despertam curiosidade e interesse, além de incitarem a criança a se aproximar e a explorar o mundo exterior, é preciso que o ambiente seja organizado para promover ativamente o desenvolvimento por meio dos canais sensoriais que a criança possui, de modo tal que ela seja capaz de participar das atividades cotidianas e de aprender como qualquer criança (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Cerqueira e Ferreira (2000) afirmam que em nenhuma outra forma de educação, os recursos didáticos assumem tanta importância, pois os estudantes com deficiência visual necessitam do contato tátil e da interação com materiais diferenciados que permitam sua participação nas atividades culminando em sua aprendizagem. Para Toledo e Pereira (2009), a criança com deficiência visual consegue obter o conhecimento através da percepção tátil e da audição, mas, para que ela venha conhecer realmente o mundo é necessário deixar que ela pegue objetos onde possa tocar e sentir, assim como verificar, o tamanho, o peso e a forma.

Ainda de acordo com Cerqueira e Ferreira (2000), na educação especial de pessoas com deficiência visual, os recursos didáticos podem ser obtidos por uma das três seguintes formas:

- Seleção: Dentre os recursos utilizados pelos alunos de visão normal, muitos podem ser aproveitados para os alunos cegos tais como se apresentam. É o caso dos sólidos geométricos, de alguns jogos e outros.
- Adaptação: Há materiais que, mediante certas alterações prestam-se para o ensino de alunos cegos e de visão subnormal. Neste caso estão os instrumentos de medir, como o metro, a balança, os mapas de encaixe, os jogos e outros.
- Confeção: A elaboração de materiais simples, tanto quanto possível, deve ser feita com a participação do próprio aluno. É importante ressaltar que materiais de baixo custo ou de fácil obtenção podem ser frequentemente empregados, como: palitos de fósforos, contas, chapinhas, barbantes, cartolinas, botões e outros.

Nepomuceno e Zander (2015) apresentaram um panorama geral sobre o uso de recursos didáticos táteis adaptados a alunos com deficiência visual, para o ensino de Ciências e disciplinas afins, como Física e Química. Segundo esses autores, foi possível constatar a importância dos recursos didáticos no processo de inclusão escolar, verificando-se que os recursos adaptados ao ensino de Ciências no ensino fundamental foram motivadores e facilitaram o processo de ensino e aprendizagem tanto para alunos com deficiência visual quanto para aqueles com visão normal.

2. Metodologia

Ao se considerar as características de projeção colaborativa, interdisciplinar e grupal, aplicada, experimental e de observação direta, nas quais as atividades desta pesquisa se baseiam, essa pode ser classificada como sendo participativa e pode-se qualificá-la como pesquisa-ação, pois ao se buscar atingir os objetivos propostos, haverá consequente e efetiva ação prática da equipe de pesquisa e grupo amostral envolvidos no problema em observação (THIOLLENT, 2007). O Quadro 01 descreve as etapas da pesquisa com a descrição das atividades desenvolvidas em cada uma delas.

Quadro 01: Etapas metodológicas da pesquisa

| |
|--|
| Etapa 1: Fase Exploratória |
| Aprovação final do Comitê de Ética da Plataforma Brasil; nivelamento da equipe de pesquisa quanto a conceitos básicos das áreas envolvidas (Educação, Engenharia e Design), problema a ser resolvido, objetivos, atores e resultados esperados. |
| Etapa 2: Projeto Informacional |
| Realização de pesquisa documental e entrevistas a especialistas para definição da base de conhecimento a ser compartilhada entre os membros da equipe de pesquisa e desses com os atores participantes, e vice-versa. |
| Etapa 3: Construção e Revisão de Hipóteses |
| Construção de suposições sobre possíveis soluções ao problema colocado na pesquisa (Etapa 1) e revisão das hipóteses ao longo da execução do projeto. O projeto parte de três hipóteses postas: |
| Etapa 4: Amostragem |
| A equipe de pesquisa, juntamente com a Diretoria de Ensino da Região de Sorocaba e Secretaria Municipal da Educação, determinou o tamanho e características da amostra do objeto de estudos. Pela necessidade de se apresentar e testar os recursos didáticos especificamente com estudantes com deficiência visual e seus professores e considerando que a população com essas características nas escolas públicas situadas no município de Sorocaba é limitada, pretende-se trabalhar com amostra não probabilística por tipicidade , ficando a cargo dos pesquisadores buscar uma amostra representativa que não por processo de escolha aleatória. |
| Etapa 5: Seleção de Conteúdos Escolares, Métodos e Técnicas para desenvolvimento dos recursos didáticos |
| Os conhecimentos e conteúdos escolares das áreas de Matemática, Química, Física, Biologia e Artes que serão contemplados com a construção de recurso didático físico e digital foram elencados a partir da análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, os livros didáticos (Programa Nacional do Livro Didático), a Proposta Curricular do Estado de São Paulo, a Base Nacional Comum Curricular (em discussão no MEC), assim como com entrevistas realizadas com professores e estudantes, atores participantes do projeto. |

Continua na próxima página

Continuação da página anterior

Etapa 6: ou Projeto Conceitual/Preliminar, ou Saber Formal/Saber Informal

Consiste em desenvolver os primeiros desenhos e explicações escritas das características desejadas e sobre o uso de recursos para as atividades planejadas na etapa anterior com a participação de estudantes, docentes e especialistas. Nesta etapa pretende-se ainda definir os indicadores de desempenho para os recursos didáticos.

Etapa 7: Elaboração de Material para Capacitação de Professores e Capacitação Docente

Com base no levantamento de características e requisitos realizado junto aos professores serão elaboradas manuais de uso dos recursos didáticos. Após isso, professores e coordenadores das escolas terão uma Capacitação Docente para criação e uso de recurso didático.

Etapa 8: Produção dos Recursos Didáticos

Os recursos didáticos serão confeccionados no laboratório de prototipagem da instituição e nas escolas participantes com a alocação da impressora 3D prevista no projeto. De forma a complementar os recursos didáticos a ser distribuído nas escolas, serão elaborados manuais para orientação quanto à montagem e uso dos recursos tridimensionais.

Etapa 9: Validação dos Recursos Didáticos

Em encontros regulares, entre equipe de pesquisadores e atores participantes, todos os recursos propostos serão avaliados durante o período de seis meses (um semestre letivo) quando serão coletadas informações e medidos os indicadores de desempenho por intermédio de entrevistas aos docentes e usuários desses recursos bem como por observações durante o uso. Pretende-se com isso identificar necessidades de melhorias e adequações para composição final do material didático.

Etapa 10: Repositório Digital

Após a Etapa 09 do projeto, será disponibilizado um repositório digital de acesso público a manuais, apostilas e arquivos (extensão STL) de recursos didáticos tridimensionais para que usuários com acesso à Internet possam imprimir ou confeccionar os recursos em escolas, instituições e domicílios. Assim como, outros desenvolvedores de produtos, profissionais ou não, possam alimentar esse catálogo, podendo nuclear uma rede colaborativa de educação especial para pessoas com deficiência. O repositório será desenvolvido por equipe terceirizada, seguindo padrões eMAG (conjunto de recomendações voltado para acessibilidade dos sites e portais do governo brasileiro).

Etapa 11: Divulgação Externa

Serão produzidos trabalhos para apresentação e publicação em eventos e periódicos qualificados. Elaboração e envio de relatório final das atividades e prestação de contas ao CNPq.

Fonte: Elaboração própria.

As Etapas 1, 2, 4 e 5 já foram concluídas. No momento estão em execução as etapas 3, 6, 7, 8 e 9, em diferentes graus de desenvolvimento. A pesquisa se desenvolve no município de Sorocaba/SP, em parceria com a Diretoria Regional de Ensino de Sorocaba, SENAI-Itu e Creche Especial Maria Claro, tendo conclusão prevista para entre dezembro de 2018 e junho de 2019.

3. Resultados preliminares

Até o presente momento, os principais resultados obtidos foram:

- Capacitação de professores das Redes Municipal e Estadual de Ensino no processo de desenvolvimento de materiais e recursos didáticos para pessoas com deficiência visual, bem como introdução à tecnologia de impressão 3D ou manufatura aditiva;
- Criação de uma rede de desenvolvimento de recursos didáticos envolvendo pesquisadores e professores universitários, estudantes bolsistas, professores da educação básica, estudantes usuários ou com potencial de uso e cuidadores;
- Desenvolvimento de recursos didáticos com participação ativa dos usuários (professores e estudantes), bem como a sua produção em plástico durável que podem ser reciclados;
- Desenvolvimento de material para capacitação e orientação de professores da rede estadual de ensino para a aplicação dos recursos didáticos desenvolvidos;
- Criação de protocolo para medição do grau de satisfação do usuário com a aquisição e uso de diferentes tipos de tecnologia assistiva;
- Início do desenvolvimento de protocolo para a tentativa de mensuração do ganho da aprendizagem com o uso desses recursos desenvolvidos enquanto ferramenta auxiliar no processo de ensino de estudantes com deficiência visual;
- Início do desenvolvimento de protocolo para a medição do grau de usabilidade de recursos didáticos desenvolvidos e de outros similares;
- Integração de pesquisadores das áreas da Educação, Engenharia e Saúde; e
- Difusão da cultura da tecnologia de impressão 3D para pesquisadores na área da Educação, estudantes e professores da rede pública de ensino.

4. Considerações finais

Compreendendo que a disseminação dos conhecimentos científicos e a inclusão de pessoas com deficiências devam ser contempladas em todas as esferas da educação escolar e amparado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN n. 9.394/96), o Projeto VerTátil busca desenvolver e produzir recursos didáticos tridimensionais que auxiliem nos processos de ensino e aprendizagem das crianças e adolescentes com cegueira ou com baixa visão de modo a incluí-los, de fato, na busca pela compreensão e elaboração de conceitos de diversas áreas do conhecimento científico no ambiente escolar e sua consequente inclusão – tanto na escola como na sociedade.

Desse modo, após realizar reuniões, oficinas e debates com estudantes, familiares e professores da Rede Estadual de Ensino foram elaborados documentos pedagógicos que irão

acompanhar os materiais tridimensionalmente impressos, visando uma melhor compreensão – tanto por parte dos educadores quanto dos estudantes – de como se utilizar os modelos em 3D. No documento intitulado Orientação Pedagógica constam informações gerais referentes ao desenvolvimento do projeto, assim como descreve, de forma sucinta, as peças que compõem os modelos tridimensionais. É abordada a importância de cada área do conhecimento e, também, os propósitos a que se preza a pesquisa.

Possivelmente o uso dos materiais táteis aliados à ferramenta simbólica da linguagem possam ser muito úteis no envolvimento dos estudantes com a apropriação do conhecimento científico. A principal hipótese é de que haja uma melhora no rendimento dos alunos com base nessa maneira de conduzir as aulas.

Do ponto de vista técnico, a impressão 3D tem se mostrado como tecnologia possível de ser utilizada, tanto operacional quanto financeiramente e todos os arquivos digitais dos modelos deverão ser protegidos com licenças da *Creative Commons* (CC) do tipo “BY-NC-ND”, ou seja, com atribuição sem derivações e sem derivados, de modo a garantir o seu acesso e uso não comercial de todos o material didático gerado na pesquisa e que serão disponibilizados para download e impressão em repositório digital aberto, potencializando a criação de uma rede internacional de desenvolvedores de recursos didáticos para estudantes com deficiência visual de qualquer nível de ensino.

5. Referências

BORGES, J. A. S. **Do Braille ao DOSVOX: diferenças nas vidas dos cegos brasileiros**. 2009. 327 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. **Os recursos didáticos na educação especial**. Rio de Janeiro: Revista Benjamin Constant, 15ª ed., abril de 2000.

LAPLANE, A.L.F.; BATISTA, C.G. **Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola**. Caderno Cedes, Campinas, v28, n.75, p.2019-227, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 7ª ed., 2012. 277 p.

NEPOMUCENO, T.A.B., ZANDER, L.D. **Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental**. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 21, n. 58, v. 1, p. 49-63, jan.-jun. 2015

PAIM, Cátia Maria Cruz. **Integração Escolar do aluno com cegueira: da interação à ação**. 2002. 182f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia

TOLEDO, C. E. de; PEREIRA, D. R. **Deficiência visual no Ensino Fundamental**. In: visual. 1 ed. Brasília: MEC, 2007. 53p.